

特開平9-139842

(43)公開日 平成9年(1997)6月27日

(51)Int.Cl. ⁶	識別記号	序内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 4 N 1/407			H 0 4 N 1/40	1 0 1 E
B 4 1 J 2/52			B 4 1 J 3/00	A
2/525				B
G 0 6 T 5/00			G 0 6 F 15/68	3 1 0 A

審査請求 未請求 請求項の数4 O.L. (全9頁)

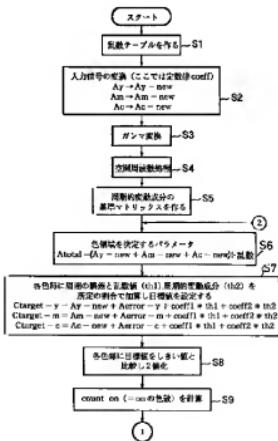
(21)出願番号	特願平7-298670	(71)出願人	000001270 コニカ株式会社 東京都新宿区西新宿1丁目26番2号
(22)出願日	平成7年(1995)11月16日	(72)発明者	洪 博智 東京都日野市さくら町1番地 コニカ株式会社内
		(72)発明者	根本 卓道 東京都日野市さくら町1番地 コニカ株式会社内
		(74)代理人	弁理士 笹島 富二雄

(54)【発明の名称】 画像処理方法

(57)【要約】

【課題】疑似階調化処理において、ガンマ変換でのピット落ちを防止し、かつ、空間周波数処理の効果が正確に反映されるようとする。

【解決手段】入力カラー階調信号A y, A m, A cを、正負の値をとり得るより大きな値A y-new, A m-new, A c-newに変換する(S2)。そして、前記変換後の値A y-new, A m-new, A c-newについてガンマ変換(S3)及び空間周波数処理(S4)を施し、その後、誤差拡散法を用いて疑似階調化を行う。



【特許請求の範囲】

【請求項1】カラー階調画像をオリジナルよりもレベル数の少ない濃度階調と面積階調との組み合わせで表現するための画像処理方法において、内部にガンマカーブの調整機能を有し、該調整機能によって機器のキャリブレーションを行うことを特徴とする画像処理方法。

【請求項2】処理対象となる入力信号をより大きな値に変換し、出力信号が決定されるまでのガンマカーブの調整を含む信号処理において前記変換された値を用いることを特徴とする請求項1記載の画像処理方法。

【請求項3】前記出力信号が決定されるまで信号処理において用いられる信号が、正負の値をとり得ることを特徴とする請求項2記載の画像処理方法。

【請求項4】前記信号処理過程に空間周波数処理を含むことを特徴とする請求項3記載の画像処理方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は画像処理方法に関するもので、特に、色彩の変換機能を有する機器の内部に組み合わせて、機器の調整機能と面積変調（面積変調）との組み合わせで表現するための画像処理方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来から、デジタルプリンタやデジタルファクシミリ等において、オリジナルよりもレベル数の少ない濃度階調（強度変調）と面積階調（面積変調）との組み合わせで中間調を再現するための手法として、ディザ法や誤差拡散法が知られている（特開昭61-335676号公報、特開昭63-217768号公報等参照）。

【0003】前記ディザ法（2値ディザ法）は、ディザ・マトリクスの各行列の値を閾値とし、対応する座標点の画素の濃度と比較して、1（印画又は発光）、0（無印画又は無発光）を決定し2値化する方法であり、原画データと閾値とを比較演算するだけで面積階調用の2値化データを得ることができ、高速演算が可能である。また、前記誤差拡散法は、階調画像データをより少ないレベル数のデータ（例えば2値）に変換したときの誤差を、近傍の画素に分散させ、周囲近傍の画素と併せて階調表現誤差を低減させるものである（文献：“R. W. Floyd and L. Steinberg “An Adaptive Algorithm for Spatial Gray Scale”, SID 75 Digest(1976)」参照）。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】ところで、前記デジタルプリンタやデジタルファクシミリ等におけるガンマカーブは、プリンタ等の固体差やユーザーの好みに応じて、初期設定に対して変更され得るべきであるが、従来の誤差拡散においてはガンマ変換の機能を備えないのが一般

的であったため、誤差拡散処理においてガンマカーブの変更が行えず、機器のキャリブレーションが行えないという問題があった。

【0005】また、前記ディザ法、誤差拡散法のいずれの場合でも、オリジナルのフルカラーの階調性と、疑似階調化後の階調性とが異なるため、色が異なってしまうという欠点があった。即ち、通常、8ビットの入力信号に対してガンマ変換、空間周波数処理（例えばMTF補正）、誤差拡散処理を行う場合、処理後の信号は8ビットつまり0～255の間に整数値となることになる。しかし、このように、信号処理においてとり得る信号範囲が設定されると、ガンマ変換の際にビット落ちが生じたり、空間周波数処理でコンボリューション（たたみ込み）を計算したときに、0～255の範囲を正負両方向で越えてしまう出力値が、255或いは0にクリッピングされ、空間周波数処理の効果が画像に正確に反映されないなどの問題が生じていたものである。

【0006】本発明は上記問題点に鑑みされたものであり、ガンマ変換機能と誤差拡散の内部にまとめて、容易にガンマカーブを調整できるようにすることを目的とする。また、本発明は、疑似階調化後の階調性を向上させ得る画像処理方法を提供することを目的とし、より具体的には、ガンマ変換によるビット落ちを防止でき、また、空間周波数処理におけるコンボリューションの計算において計算結果が信号範囲を超える、最大、最小値にクリッピングされてしまうことを防止できる画像処理方法を提供することを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】そのため請求項1記載の発明は、カラー階調画像をオリジナルよりもレベル数の少ない濃度階調と面積階調との組み合わせで表現するための画像処理方法において、内部にガンマカーブの調整機能を有し、該調整機能によって機器のキャリブレーションを行う構成とした。

【0008】かかる構成によると、誤差拡散の内部にガンマカーブの調整機能があるから、プリンタ等の固体差やユーザーの好みに応じてガンマカーブを容易に変更することが可能となり、機器のキャリブレーションが可能となる。請求項2記載の発明では、処理対象となる入力信号をより大きな値に変換し、出力信号が決定されるまでのガンマカーブの調整を含む信号処理において前記変換された値を用いる構成とした。

【0009】かかる構成によると、入力信号をそのまま処理するのではなく、より大きな値に変換してこの変換した値に基づいて、ガンマカーブの調整（ガンマ変換）を含む各種の処理を行われる。従って、デジタル信号では、ガンマ変換等の変換処理によるビット落ち等を防止でき、高精度な変換を行わせることができる。請求項3記載の発明では、前記出力信号が決定されるまで信号処理において用いられる信号が、正負の値をとり得る構

成とした。

【0010】かかる構成によると、例えば信号の演算処理によって負の演算結果が得られても0にクリッピングされることはなく、演算処理の結果を出力値に正確に反映させることができとなる。請求項4記載の発明では、請求項3記載の構成において、前記信号処理過程が空間周波数処理を含む構成とした。

【0011】かかる構成によると、例えば前記空間周波数処理においてコンボリューションを計算した結果が負となつても、0にクリッピングされることはなく、空間周波数処理の結果を画像に正確に反映させることができとなる。

【0012】

【発明の実施の形態】以下に本発明の実施の形態を説明する。本実施形態においては、色剤（インク）に対応する3原色（イエローY、マゼンタM、シアンC）のカラ一階調信号Ay, Am, Ac（8ビットデータ）が入力される構成のプリンタにおいて、オリジナルよりもレベル数の少ない2値（ドット有り無し）でカラー階調画像を表現するために階調画像信号を処理し、面積階調（面積変調）の手法で階調を表現せらるるものとする。

【0013】但し、カラー階調信号がレッドR、グリーンG、ブルーBの3原色で与えられ、これをY, M, C系に変換して用いるものであつても良い。実施形態としては、カラー階調信号Ay, Am, Acそれぞれで独立して誤差拡散を行って、Y, M, C各色のインクのドット打ちを個別に決定する画像処理方法を、図1及び図2のフローチャートに基づいて説明する。

【0014】図1及び図2のフローチャートにおいて、まず、S1では、前処理として、入力信号（オリジナル信号）としてのカラー階調信号Ay, Am, Acに乱数成分th1（非周期性成分）を加算させるべく、乱数テーブルを乱数ジェネレータにより作成する。前記乱数テーブルのサイズは、64*64から256*256程度が適当であるが、コストアップを無視すれば、一定パターンの発生を回避するためにより大きなサイズのものが望ましい。

【0015】尚、前記乱数成分th1は、後述するよう係数coeff1が乗算され、 $1 h 1 * coeff1$ として入力信号に加算されるようになっており、前記S1で作成されたテーブルが、その後、当該画像におけるカラー階調信号Ay, Am, Acの処理に共通的に用いられる。次のS2では、入力信号Ay, Am, Acを、信号処理過程におけるビット落ち等を防ぐために、それぞれより大きな値Ay-new, Am-new, Ac-newに変換する。

【0016】具体的には、入力信号Ay, Am, Acを、定数(coeff)倍、例えば1000倍するものとするが、オリジナルの入力信号Ay, Am, Acをより大きな値に変換するための変換方法を上記の定数(coeff)倍に規定するものではない。ここで、前記変換後の信号Ay-new, Am-new, Ac-newの取り得る範囲を、正負の範囲とする。更

に、好ましくは、そのレンジは、入力値のレンジよりも広い方が良く、具体的には、出力値をAy-out, Am-out, Ac-outとすると、Ay, Am, Ac、Ay-new, Am-new, Ac-newは、出力値が設定されるまでの段階で計算処理される信号とする。

【0017】

- ・Ay, Am, Ac → 符号なし8ビット（0～255）
- ・Ay-new, Am-new, Ac-new → 符号あり32ビット（-2147483648～2147483648）
- ・Ay-out, Am-out, Ac-out → 符号なし8ビット（0～255）

上記のようにして信号処理に用いる信号Ay-new, Am-new, Ac-newを設定すると、S3では、プリント等の印刷差やユーザの好みに応じて、ガンマ変換（ガンマカーブの調整）を行い、以て、機器のキャリブレーションを行う。

【0018】ここで、ガンマ変換係数を γ 0とすると、8ビットのオリジナル画像を2値化する場合には、前記変換後の信号Ay-new, Am-new, Ac-new（S-new）それぞれに対して、例えば以下のようにしてガンマ変換を行う。

$S\text{-gamma} = (S\text{-new}/255)^\gamma \times 255$

尚、前記変換前の信号S-newと変換後の信号S-gammaとのビット数は同じである。

【0019】ガンマ変換の方法は、上記に限定されるものではなく、例えば、各色共通あるいは各色別のガンマ変換テーブルを数種類備え、ガンマの値に応じて前記テーブルを選択して用いる方法であつても良い。上記のようにガンマ変換機能を備えれば、処理後の画像信号が出力される媒体（プリンタ）に対応したガンマ特性の信号を出力せらることができ、また、オリジナル信号を定数倍した信号Ay-new, Am-new, Ac-newを用いてガンマ変換することで、ビット落ちを防いで、ガンマ変換の精度を向上させることができる。

【0020】統一して、S4では、空間周波数処理を行うが、例えばコンボリューションの計算の結果が負の値となつても、処理信号Ay-new, Am-new, Ac-newは符号ありの32ビット信号であつて正負の値をとり得るから、負の値が0にクリッピングされることはなく、空間周波数処理の効果が精度良く画像に反映されることになる。S5では、入力信号に対して前記乱数成分th1と共に加算される周期性成分th2の基準マトリクスを用いる。

【0021】前記周期性成分th2に周期性をもたせるために、周期性成分th2は、後述するように、デザイナで使われるマトリクスの各要素と信号値とを比較し、該比較結果に基づいて計算される。前記マトリクスは、例えば $1 * 1$ 画素単位の市松模様を示すベイマー（bayer）型マトリクス（図3参照）や、このベイマー型マトリ

ックスを基準として 2×2 画素単位 (図4参照) 又は 4×4 画素単位 (図5参照) の市松模様としたマトリックスなどを用いることが好ましいが、前記 2×2 画素単位の市松模様のマトリックスが最も好ましい。また、マトリックスのサイズは、入力信号が 8 ビットである場合には、 16×16 とすることが好ましいが、これ以下のサイズであっても良い。

【0022】前記市松模様の基準マトリクスに基づく周期性成分 t_{h2} の算出は、以下のように入力信号と前記基準マトリクスとに基づいて行われ、入力信号に応じて周期性成分 t_{h2} が異なる構成としている。尚、以下では、マトリクスサイズを 16×16 とした場合を示す。ここで、座標 (x, y) で、オリジナルカラー信号をより大きな値に変換した後に、ガンマ変換、空間周波数処理を施した信号を S_{-new} とした場合に、更に、 S_{-new} / 定数 $coeff$ ($coeff$ は前記 S_2 で使用した値である。以下同様) を計算し、これを S_{-new2} とする。

【0023】そして、 $S_{-new2} \triangleq \text{matrix}(x \bmod 16, y \bmod 16)$ のときには、 $t_{h2} = -(32 + S_{-new2}) * coeff$ とし、 $S_{-new2} \geq \text{matrix}(x \bmod 16, y \bmod 16)$ のときは、 $t_{h2} = (32 + (255 - S_{-new2})) * coeff$ とする。ここで、簡便には、 $S_{-new2} \triangleq \text{matrix}$

$$\begin{aligned} C_{target-y} &= Ay_{-new} + Aerror_y + t_{h1} * coeff1 + t_{h2} * coeff2 \\ C_{target-m} &= Am_{-new} + Aerror_m + t_{h1} * coeff1 + t_{h2} * coeff2 \\ C_{target-c} &= Ac_{-new} + Aerror_c + t_{h1} * coeff1 + t_{h2} * coeff2 \end{aligned}$$

ここで、前記各色毎の目標値 $C_{target-y}$ 、 $C_{target-m}$ 、 $C_{target-c}$ の演算において、周期性成分 t_{h2} を加算することにより、中間調でオリジナル画像とは無関係に発生する規則的な模様模様を打ち消すことができる一方、ハイライト、シャドウ部では逆にこの周期性がノイズとして感じられるため、乱数成分 t_{h1} を加えた方がノイズは低く感じられる。

【0027】尚、前記乱数成分 t_{h1} 、周期性成分 t_{h2} に乘算される係数 $coeff1$ 、 $coeff2$ 、換言すれば、乱数成分 t_{h1} 、周期性成分 t_{h2} の配分比率は固定値であっても良いが、処理後の画像信号が出力される媒体 (プリンタ) 毎に最適な値を選択することで、出力媒体の特性に対応して乱数成分 t_{h1} と周期性成分 t_{h2} を適当な割合で加算でき、以て、出力媒体毎に画質を効率的に改善できる。例えば、プリンタの特性によってハードコピー上で縮模様よりも粒状性ノイズが目立つ場合には、乱数成分 t_{h1} の割合を大きくすれば良いし、逆に、規則的な縮模様がハードコピー上に顕著に現れる場合には、周期性成分 t_{h2} の割合を増大させるようすれば良い。

【0028】 S_8 では、前記各色毎の目標値 $C_{target-y}$ 、 $C_{target-m}$ 、 $C_{target-c}$ 、固定のしきい値とそれをそれぞれ比較し、各色毎にドット打ちの有無を示す (OFF, 1 (ON)) に 2 値化する。 S_9 では、前記各色毎の目標値 $C_{target-y}$ 、 $C_{target-m}$ 、 $C_{target-c}$ の ON

$(x \bmod 16, y \bmod 16)$ のときには、 $t_{h2} = -32 * coeff$ とし、 $S_{-new2} > \text{matrix}(x \bmod 16, y \bmod 16)$ のときには、 $t_{h2} = 32 * coeff$ としても良い。

【0024】尚、前記周期性成分 t_{h2} は、後述するように係数 $coeff2$ が乗算され、 $t_{h2} * coeff2$ として入力信号に加算される。 S_6 では、オリジナル色が該当する色領域を決定するために用いるパラメータ A_{total} を、以下の式に従って算出する。

$A_{total} \leftarrow (Ay_{-new} + Am_{-new} + Ac_{-new}) + \text{乱数上記} \times \text{乱数} + \text{乱数} \times \text{乱数}$ 上記のように乱数を加えることで、分割された色領域の境界が不連続になることを回避できる。

【0025】 S_7 では、各色毎の目標値 $C_{target-y}$ 、 $C_{target-m}$ 、 $C_{target-c}$ を算出する。前記各色毎の目標値 $C_{target-y}$ 、 $C_{target-m}$ 、 $C_{target-c}$ は、ガンマ変換、空間周波数処理が施された信号 Ay_{-new} 、 Am_{-new} 、 Ac_{-new} それぞれに、誤差拡散法によって各色毎に周囲画素から割り振られた各色毎の誤差成分 $Aerror_y$ 、 $Aerror_m$ 、 $Aerror_c$ 、前記乱数テーブルの乱数成分 (非周期性成分) $t_{h1} * coeff1$ 及び周期性成分 $t_{h2} * coeff2$ を足し合わせて算出される。

【0026】

(ドット打ち) と判別された色の数を計算する。

【0029】 S_{10} では、前記 S_6 で算出したパラメータ A_{total} の大きさを判断する。具体的には、前記パラメータ A_{total} が、 $255 * coeff$ 以下であるか、 $510 * coeff$ 以上であるか、 $255 * coeff$ と $510 * coeff$ の中間値であるかを判別することで、シャドー部、中間調部、ハイライト部に判別する。例えば前記パラメータ A_{total} が $255 * coeff$ 以下であった場合 (ハイライト側の場合) には、 $S11$ へ進み、前記ドット打ちの色数が 2 以上でないと判別された場合、即ち、目標値としきい値との比較によってドット打ちを行なうと判別された色数が 1 或いは 0 であった場合には、前記 S_8 における 2 値化の結果そのまま採用すべく、 $S12$ で修正なしとして $S26$ へ進む。従って、この場合には、Y、M、C の全てでドット打ち無しとするか、或いは、ドット打ちとして判別された Y、M、C の中の 1 色が当該画素に割り当てられることになる。

【0030】一方、 $S11$ で、ON 判別された色数が 2 以上 (2 以上は 3) であったと判別された場合には、 $S14$ へ進み、 $C_{target-y} \geq C_{target-m}$ 、かつ、 $C_{target-y} \geq C_{target-c}$ であるか否かを判別する。 $S14$ で、 $C_{target-y} \geq C_{target-m}$ 、かつ、 $C_{target-y} \geq C_{target-c}$ であるか否かを判別された場合には、 $S15$ へ進み、当該画素に対してエコロ-Y を割り当てる。

【0031】また、S14で、Ctarget-y \leq Ctarget-m、かつ、Ctarget-y \geq Ctarget-cでないと判別された場合には、S16へ進み、Ctarget-m \leq Ctarget-cであるか否かを判別する。そして、Ctarget-m \leq Ctarget-cであれば、S17へ進んで、当該画素にマゼンタMを割り当てる。Ctarget-m \geq Ctarget-cでない場合には、S18へ進んでシアンCを割り当てる。

【0032】即ち、前記パラメータAtotalが255*coeff以下であって、ドット打ち判別された色数が2以上ある場合には、Y、M、Cの優先順位で、目標値Ctarget-y、Ctarget-m、Ctarget-cがより大きな値、換算すれば、再現したい色に最も近い色を割り当てるようにする。ハイライト部において、Y、M、Cの中の2色或いは3色が重ね打ちされると、濃いドットがハイライト部突然に再現されることになってしまい、これが画像のざらつき感を与えることになってしまう。そこで、ドット打ちを行う色数が1、或いは0であってホワイトドット(ドット打ち無し)の場合には修正を行わないが、ドット打ちを行う色数が2以上であってドットの重ね打ちが行われる設定の場合には、Y、M、Cの中で再現したい色に近い1色だけを選択して、該選択した1色のドット打ちに修正し、重ね打ちによって濃いドットが表されることを回避する。

【0033】一方、S10でパラメータAtotalが255*coeffと510*coeffとの中间値であると判別された場合には、S13へ進み、前記ドット打ち判別された色数が2以上(2又は3)であったか否かを判別する。S13で、色数が1又は0であったと判別されると、S14へ進み、前記同様にして、Y、M、Cの優先順位で、目標値Ctarget-y、Ctarget-m、Ctarget-cがより大きな色を割り当てるようになる。

【0034】また、S10でパラメータAtotalが510*coeff以上である(シャドー部である)と判別されると、S19へ進み、前記ドット打ち判別された色数が2未満(0又は1)であったか否かを判別する。そして、ドット打ち判別された色数が2以上であった場合には、前記S8における2値化の結果をそのまま採用すべく、S20で修正なしとしてS20へ進む。

【0035】即ち、ドット打ちが2色以上で行われる設定であれば、Y、M、Cのいずれよりも濃いドットとなって、シャドー部に突然薄く明るいドットが打たれることがないので、修正することなく、S8における決定のままドット打ちを行せる。また、S19で前記ドット打ち判別された色数が2未満(1又は0)であったと判別された場合には、かかる決定のままドット打ちを行うと薄く明るいドット(ホワイトW、Y、M、Cのドット)が打たれることになってしまって、該決定結果を修正すべくS21へ進む。尚、S13で前記ドット打ち判別された色数が2以上であったと判別された場合にも、S21へ進む。

【0036】S21では、Ctarget-y \leq Ctarget-m、かつ、Ctarget-y \geq Ctarget-cであるか否かを判別する。そして、Ctarget-y \leq Ctarget-m、かつ、Ctarget-y \geq Ctarget-cであれば、S22へ進んで、再現したい色に近いブルーBのドット打ちを決定する。尚、ブルーBのドットは、MドットとCドットとの重ね打ちによって得られる。

【0037】また、Ctarget-y \leq Ctarget-m、かつ、Ctarget-y \geq Ctarget-cでないと判別された場合には、S23へ進み、Ctarget-m \leq Ctarget-cであるか否かを判別する。そして、Ctarget-m \leq Ctarget-cであれば、S24へ進んで、再現したい色に近いグリーンGのドット打ちを決定する。尚、グリーンGのドットは、YドットとCドットとの重ね打ちによって得られる。

【0038】一方、Ctarget-m \leq Ctarget-cでない場合には、S25へ進んで再現色に近いレッドRのドット打ちを決定する。尚、レッドRのドットは、YドットとMドットとの重ね打ちによって得られる。即ち、シャドー側でドット打ち数が2未満であると判別された場合、又は、中間領域でドット打ち数が2以上であると判別された場合には、目標値Ctarget-y、Ctarget-m、Ctarget-cの比較によって、R、G、Bの中で再現したい色に近い色を決定し、該決定された色を再現すべくY、M、Cの中の2色の重ね打ちを行わせる。

【0039】従って、シャドー側でドット打ち数が2未満であると判別された場合であっても、該当する色領域の判別結果から、Y、M、Cの中の2色の重ね打ちに修正されるから、シャドー部において、突然明るく薄いドット(ホワイトW、Y、M、Cのドット)が打たれて、画像のざらつき感を与えることを防止できる。S26では、前記2値化による誤差分を各処理毎に算出する。

【0040】そして、次のS27では、前記算出された各処理毎の誤差を、各色毎に周開画素に分配して、周開画素における誤差成分Aerror-y、Aerror-m、Aerror-cを決定する。S28では、全画素について処理が終了したか否かを判別し、処理が終了するまで前記S6～S27の処理を繰り返す。

【0041】尚、前記目標値Ctarget-y、Ctarget-m、Ctarget-cに基づく色の割当て方法を上記に限定するものではなく、また、誤差成分と共に、乱数成分及び周期性成分を加算して目標値を設定する構成に限定されるものではない。

【0042】

【発明の効果】以上説明したように請求項1記載の発明によると、誤差拡散の内部にガンマカーブの調整機能を備えるので、プリント等の閾値差やユーザの好みに応じてガンマカーブを容易に変更することが可能となり、機器のキャリブレーションが行えるという効果がある。

【0043】請求項2記載の発明によると、入力信号をそのまま処理するのではなく、より大きな値に変換して

この変換した値に基づいて各種の処理を行わせるので、ガンマカーブの調整（ガンマ変換）等の変換処理におけるビット落ち等を防止でき、精度の良い疑似調和化を行わせることができるという効果がある。請求項3記載の発明によると、例えば信号処理において負の演算結果が得られても、該負の演算結果が0にクリッピングされることがなく、演算処理の結果を出力値に正確に反映させることができるという効果がある。

【0044】請求項4記載の発明によると、空間周波数処理におけるコンボリューションの計算結果が負となつても、かかる負の演算結果が0にクリッピングされるこ

とがなく、空間周波数処理の結果を画像に正確に反映させることができるという効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】画像処理の実施形態を示すフローチャート。

【図2】画像処理の実施形態を示すフローチャート。

【図3】16×16のペイヤー型マトリックスの例を示す図。

【図4】2×2画素単位の市松模様のマトリックスを示す図。

【図5】4×4画素単位の市松模様のマトリックスを示す図。

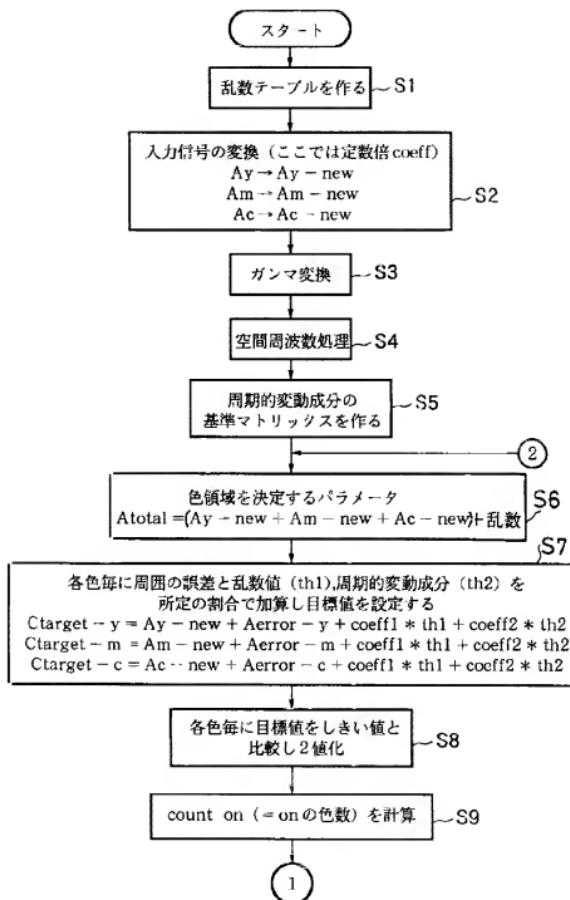
【図3】

0	128	32	160	8	136	40	168	2	130	34	162	10	138	42	170
192	64	224	96	200	72	232	104	194	66	226	98	202	74	234	106
48	176	16	144	56	184	24	152	50	178	18	146	58	186	26	154
240	112	208	80	248	120	216	88	242	114	210	82	250	122	218	93
12	140	44	172	4	132	36	164	14	142	46	1/4	6	134	38	166
204	76	234	108	196	68	226	104	206	78	238	110	198	70	230	102
60	188	28	156	52	180	20	148	62	190	30	158	54	182	22	150
252	124	220	92	244	116	212	84	254	126	222	94	246	118	214	85
3	131	35	163	11	139	43	171	1	129	33	161	9	137	41	169
195	67	227	99	203	75	235	107	193	65	225	97	201	73	233	105
51	179	19	147	59	187	27	155	49	177	17	145	51	185	25	153
243	115	211	83	251	123	219	91	241	113	209	81	249	121	217	89
15	143	47	175	7	135	39	167	13	141	45	173	5	133	37	165
207	79	239	111	199	71	231	103	205	77	237	109	197	69	229	101
63	191	31	159	55	183	23	151	61	189	29	157	51	181	21	149
255	177	223	95	247	119	215	87	253	125	221	93	245	117	213	85

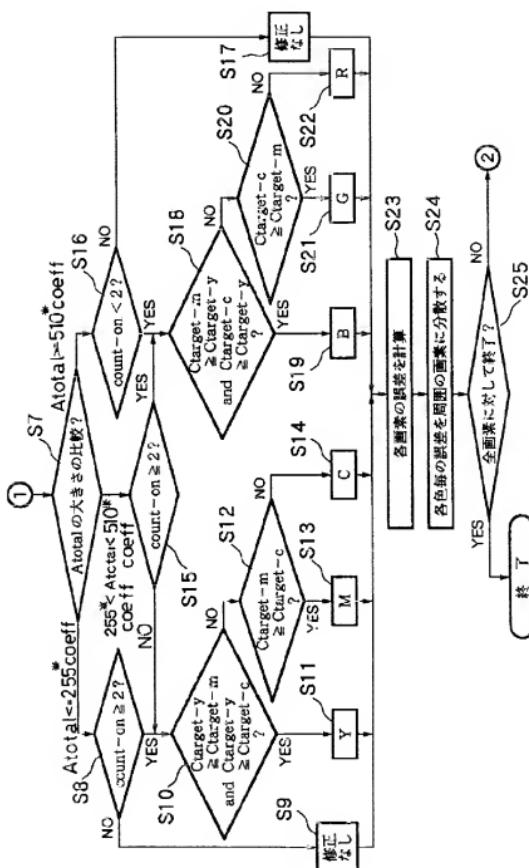
【図4】

0	1	128	129	32	33	160	161	8	9	136	137	40	41	168	169
2	3	130	131	34	35	162	163	10	11	138	139	42	43	170	171
192	193	64	65	274	225	96	97	200	201	72	73	232	233	104	105
194	195	65	67	226	227	98	99	202	203	74	75	234	235	106	107
48	49	176	177	16	17	144	145	56	57	184	185	24	25	152	153
50	51	178	179	18	19	146	147	58	59	186	187	26	27	154	155
240	241	117	113	208	209	80	81	248	249	120	121	216	217	88	89
242	243	114	115	210	211	82	83	250	251	122	123	218	219	90	91
12	13	140	141	44	45	172	173	4	5	132	133	36	37	164	165
14	15	142	143	46	47	174	175	6	7	134	135	38	39	166	167
204	205	76	77	236	237	108	109	196	197	68	69	278	229	109	101
206	207	78	79	238	239	110	111	198	199	70	71	230	231	102	103
60	61	188	189	28	29	156	157	52	53	180	181	20	21	148	149
62	63	190	191	30	31	158	159	54	55	187	183	22	23	150	151
252	253	124	125	220	221	92	93	244	245	116	117	212	213	84	85
254	255	126	127	222	223	94	95	246	247	118	119	214	215	86	87

【図1】



【図2】



【図5】

0	1	2	3	128	129	130	131	32	33	34	35	160	161	162	163
4	5	6	7	137	133	134	135	36	37	38	39	164	165	166	167
8	9	10	11	136	137	138	139	40	41	42	43	168	169	170	171
12	13	14	15	140	141	142	143	44	45	46	47	172	173	174	175
192	193	194	195	64	65	66	67	224	225	226	227	96	97	98	99
196	197	198	199	68	69	70	71	228	229	230	231	100	101	102	103
200	201	202	203	72	73	74	75	232	233	234	235	104	105	106	107
204	205	206	207	76	77	78	79	236	237	238	239	108	109	110	111
48	49	50	51	176	177	178	179	16	17	18	19	144	145	146	147
52	53	54	55	180	181	182	183	20	21	22	23	148	149	150	151
56	57	58	59	184	185	186	187	24	25	26	27	152	153	154	155
60	61	62	63	188	189	190	191	28	29	30	31	156	157	158	159
240	241	242	243	112	113	114	115	208	209	210	211	80	81	82	83
244	245	246	247	116	117	118	119	212	213	214	215	84	85	86	87
248	249	250	251	120	121	122	123	216	217	218	219	88	89	90	91
252	253	254	255	124	125	126	127	220	221	222	223	92	93	94	95